

イプシロン2号機

ジオスペース探査衛星（ERG） 打上げ成功

平成28年12月20日20時00分、宇宙航空研究開発機構（JAXA）内之浦宇宙空間観測所からジオスペース探査衛星（ERG）を搭載したイプシロンロケット2号機が打上げられた。打上げ後、ロケットは太平洋上を正常に飛行し、第一段、第二段を順次分離、第三段の燃焼停止後、衛星を分離、予定軌道に投入して打上げは成功した。今回、この打上げを視察する貴重な機会を得たので、以下に報告する。

1. 打上げロケット及び衛星の概要^{1)~4)}

(1) イプシロンロケット

イプシロンロケットは現行の宇宙基本計画（平成28年4月1日閣議決定）においてH-II A/B及びその後継の「新型基幹ロケット」と並んで我が国の基幹ロケットとして位置づけられているが、H-II A/B等と異なり固体燃料を推進剤にしており、即応性、機動性に優れるという特徴を有する。今後予想される様々な

衛星の打上げニーズに対応するため運用コストの低減及びシステム全体のコンパクト化を図って開発された。従来のJAXAミッションの科学衛星・探査機に加え、これからは新興国をはじめとする、自国で打上げ手段を持たない国の衛星需要にも応えていくことを目指していくとされている。

初号の試験機は2013年9月14日に打上げられ、惑星分光観測衛星「ひさき（SPRINT-A）」（質量348kg）の軌道投入に成功した。今回はそれから3年振りの打上げとなるが、この間初号機からは、推進薬量を約10.7トンから約15トンに増量させた2段モータの開発が進められるとともに、各種機器及び搭載構造の全長短縮、構造簡素化、軽量化などが図られた。その結果、太陽同期軌道における本ロケットの打上げ能力が約30%向上（450kg→590kg）し、また図1のように衛星包絡域（高さ）を拡大（約4.7m→5.4m）することで約15%大きな寸法の衛星を打上げ可能になった。イプシ

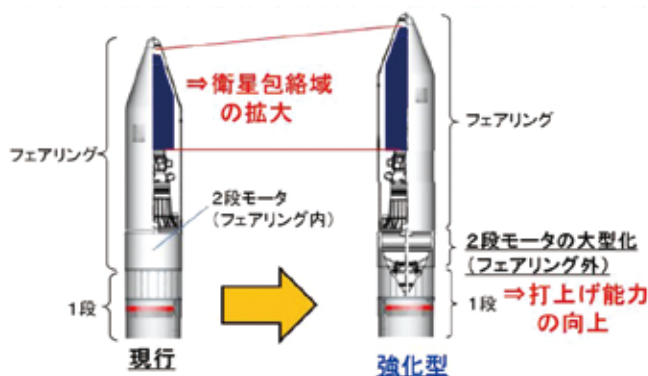


図1 イプシロンロケット衛星包絡域の拡大²⁾

ロンロケット初号機（試験機）と今回の2号機（強化型）の諸元の比較を表1に示す。

表1 イプシロン諸元等

	試験機 (初号機)	強化型 (2号機)
全長 (m)	24	26
質量 (t)	91	95.4
衛星包絡域 (m)	約4.7	約5.4
直径 (m)	2.6	

(2) ジオスペース探査衛星（ERG）

地球周辺の宇宙空間をジオスペースという。ジオスペースにはヴァン・アレン帯と呼ばれる放射線帯があるが、その成り立ちには1958年の発見以来多くの謎があるという。ジオスペース探査衛星（ERG; Exploration of energization and Radiation in Geospace）はこのジオスペースにおいて飛び交う電子などを幅広い帯域にわたり総合的かつ直接観測することにより、高エネルギー電子生成メカニズムを始めとするヴァン・アレン帯の謎を明らかにするため開発された。

衛星の諸元は次の通りである。

- ◆ 形状：太陽電池パドルを持つ箱型
(約1.5×1.5×2.7m)
- ◆ 総重量：約350kg
- ◆ 軌道
 - 種類：楕円軌道
 - 近地点高度：約219km
 - 遠地点高度：約33,200km
 - 軌道傾斜角：約31.4度
 - 周期：約580分
- ◆ 衛星バス部（衛星基本機能部）：
SPRINTバスオプションB（SPRINT-B）

また、観測のため、次の様なミッション機器が搭載されている。

- ◆ プラズマ粒子観測機（PPE）
 - 低エネルギー電子分析器（LEP-e）
 - 低エネルギーイオン質量分析器（LEP-i）
 - 中間エネルギー電子分析器（MEP-e）
 - 中間エネルギーイオン質量分析器（MEP-i）
 - 高エネルギー電子分析器（HEP）
 - 超高エネルギー電子分析器（XEP）
- ◆ 磁場観測器（MGF）
- ◆ プラズマ波動・電場観測器（PWE）
- ◆ ソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置（S-WPIA）



図2 ジオスペース探査衛星（ERG）
外観写真

画像提供：JAXA

このように、遠地点と近地点の高度が2桁異なるユニークな長楕円軌道をとることにより、衛星はヴァン・アレン帯の全域を観測できるように設計された。また、あらゆる方向から飛んでくる荷電粒子をとらえるため、衛星をスピンさせた状態で観測すると同時に、極めて強い放射線帯の中で高精度観測を実施する必要から、放射線シールド対策、電磁ノイズ抑制対策を始めとする数々の工夫が凝らされている。

2. ロケット打上げ

打上げ場所は、鹿児島県肝属郡肝付町の内之浦宇宙空間観測所M（ミュー）センターである。視察者一行は昼過ぎに観測所に到着した後、広大な敷地内の追跡センター、観測ロケットセンター等を見学、発射場所から約3km離れた同観測所内のイプシロン管制センターに到着し、発射時刻まで待機した。発射3時間前の17時に発射場所への立ち入り禁止アナウンスが流れ、17時15分にはロケットを覆っていたカバーシートが取り外された。18

時15分頃、視察場所にJAXA奥村理事長が見え、日頃の協力への感謝及び打上げ準備が順調に進んでいる旨のご挨拶を述べられた。発射までの間、JAXA若手職員による衛星本体に関するブリーフィングが行われた。Q&Aでのやりとりによれば、初期運用フェーズの終了する3月末から4月頃には定常運用を始め、最低でも1年間は運用したいということであり、また衛星運用終了後のデブリとしての対策も考慮されているということであった。

当日は朝まで雨であったことから天候が心配されたが、発射時刻には快晴となり、風も弱く、絶好の条件であったように思われる。20時ちょうど、予定時刻通りにイプシロンロケットは発射され、発射後13分27秒で衛星を分離、打上げは成功した。衛星分離のアナウンスが流れると、管制センター内から大きな歓声と拍手があふれた。

その後、太陽電池パドルが正常に展開されたことを確認し、ジオスペース探査衛星（ERG）の愛称は「あらせ」と命名された。



図3 打上げの様

3. おわりに

今回でイプシロンロケットは2回連続の打上げ成功となった。これはJAXA及び製造メーカー技術陣の緻密で継続的なご努力の結果達成されたものである。今回の打上げ成功で運用性を向上させ、顧客ニーズに効率的かつ低コストで対応するというイプシロンロケットの信頼性の高さを世界にアピールでき、今後の我が国基幹ロケットビジネスにおける国際競争力が高まるものと期待される。また、それを下から支えている国内製造メーカーの多くはSJAC会員企業であり、成功の一端に関与できたことを工業会として喜ばしく感じる次第である。

打上げられた衛星が所期の目的通りミッションを達成できれば大きな科学的成果が得られることは言うまでもないが、さらに人の健康や社会インフラへの影響に関わる宇宙天気予報の基礎を支えるという社会的意義に加え、ヴァン・アレン帯は木星や土星にも存在することから、将来の惑星探査に向けての大

きな技術的意義も期待される。今後の地道な研究の成就を願ってやまない。

最後に、今回の打上げを成功に導いた関係者諸氏のご努力に改めて敬意を表するとともに、視察にお骨折りをいただいたJAXA及び株IHIエアロスペースの皆様がこの場を借りてお礼申し上げます。

4. 参考資料

- 1) “ロケット打上げ計画書”、http://www.jaxa.jp/press/2016/11/files/20161115_epsilon2.pdf
- 2) “イプシロンロケットについて”、http://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20161124_epsilon.pdf
- 3) “ジオスペース探査衛星”、http://fanfun.jaxa.jp/countdown/epsilon2/files/erg_presskit.pdf
- 4) “運用中、ジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG衛星)”、<http://www.isas.jaxa.jp/missions/spacecraft/current/erg.html>

〔(一社) 日本航空宇宙工業会 常務理事 山北 和之〕